پژوهش‌های حبوبات ایران
سال (دوره)۱۱ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۳۹۹
صفحهٔ ۶۱-۴۹، نوع مقاله: پژوهشی

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 11, No. 1, 2020, p. 49-61 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72775

تأثیر مدیریت تغذیه بر مراحل فنولوژیک، کارآیی مصرف نور و عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت تأثیر تاریخ کاشت

فریما دعائی[1*]، علی نخزری‌مقدم[2]، علی راحمی کاریزکی[3] و مجید الداغی[4]

۱- دانش‌آموخته دکتری، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه گنبد کاووس
۲- عضو هیئت علمی، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه گنبد کاووس؛ a_nakhzari@yahoo.com
۳- عضو هیئت علمی، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه گنبد کاووس؛ alirahemi@yahoo.com
۴- عضو هیئت علمی، گیاه‌پزشکی (بیوتکنولوژی)، مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران؛ m_aldaghi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۳۱

چکیده

طول دوره مراحل رشد گیاه، استفاده از تشعشع خورشیدی، آب و مواد غذایی از جمله موارد تعیین‌کننده عملکرد گیاه به‌شمار می‌آیند. از این رو، به‌منظور بررسی مدیریت تغذیه و شرایط آب و هوایی بر مراحل فنولوژیک، کارآیی مصرف نور و عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل و سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس در دو سال زراعی۹۵- ۱۳۹۴ و ۹۶- ۱۳۹۵ انجام شد. دو تاریخ کاشت شامل اواسط دی‌ماه و اواسط بهمن‌ماه، کود زیستی *مزورایزوبیوم* در دو سطح شامل تلقیح و عدم تلقیح و کود شیمیایی نیتروژن در چهار سطح شامل صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار با منشأ اوره، به‌عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت عامل اصلی تغییر در مراحل فنولوژیک گیاه در هر دو سال بود. عملکرد دانه در تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه نسبت به اواسط دی‌ماه به‌ترتیب در سال اول و دوم ۱۷/۸۴ و ۲۳/۶۵درصد کاهش یافت. همچنین، بیشترین مقدار این صفت در هر دو سال از مصرف ۶۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد، ولی با این حال بین ۲۰، ۴۰ و ۶۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری در هر دو سال وجود نداشت. تلقیح بذر با *مزورایزوبیوم* در سال اول و دوم به‌ترتیب سبب افزایش ۲۴۲ و ۱۷۰کیلوگرمی عملکرد دانه در هکتار نسبت به تیمار عدم تلقیح شد. کارآیی مصرف نور نسبتاً پایدار بود و تحت تأثیر معنی‌دار عامل‌ها قرار نگرفت. در مجموع، نتایج نشان داد در بین عوامل مورد بررسی، تاریخ کاشت نقش بیشتری در طول مراحل رشد گیاه، کارآیی مصرف نور و در نهایت عملکرد گیاه داشت.

واژه‌های کلیدی: تشعشع، گلدهی، *مزورایزوبیوم*، نیتروژن

مقدمه

فنولوژی گیاه یک جنبه مهم از سازگاری گیاه به شرایط محیطی به‌منظور مطابقت حداکثری چرخه کشت با الگوی آب و هوای فصلی است (Vadez *et al.*, 2013). به‌جز تنش خشکی، عوامل محیطی دیگری همچون دما، دوره نوری و کمبود عناصر غذایی، زمان وقوع مراحل نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Soltani, 2009). ازجمله عناصری که می‌تواند بر مراحل نموی گیاه تأثیرگذار باشد، نیتروژن است، به‌طوری‌که در یک بررسی گزارش شد که با افزایش مصرف نیتروژن صفات فنولوژیک گیاه نخود نظیر روز از کاشت تا گل‌دهی، روز از گل‌دهی تا غلاف‌دهی، روز از غلاف‌دهی تا رسیدگی و دوره رشد افزایش یافت (Namvar & Seyed Sharifi, 2011). آن‌ها همچنین بیان کردند که با طولانی‌ترشدن دوره رشد، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه افزایش یافت.

تاریخ کاشت با حاکم‌کردن شرایط اقلیمی متفاوت (دما و بارش) در دوره رشد گیاه، نقش مهمی در زندگی گیاه دارد، به‌طوری‌که در پژوهشی دما را عامل مهمی معرفی نمودند که روی مراحل فنولوژیک نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.) تأثیرگذار است (Anwar *et al.*, 2003). آنان همچنین بیان کردند که زمان کاشت تا سبزشدن و کاشت تا گلدهی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت. در بررسی دیگری نیز تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر مدت زمان از کاشت تا ۵۰درصد گلدهی نخود داشت (Rehman *et al.*, 2015). به‌جز عوامل اقلیمی قابلیت استفاده از تشعشع خورشیدی رسیده به بالای تاج پوشش گیاهی از جمله عوامل تعیین‌کننده عملکرد گیاه می‌باشد.

کارآیی مصرف نور بیانگر مقدار ماده خشک تولیدشده به ازای هر واحد نور جذب‌شده بر حسب گرم ماده خشک

*نویسنده مسئول: farima_doaei@yahoo.com

تولیدشده بر مگاژول تشعشع جذب شده می‌باشد (John *et al*., 2005). اگرچه قبلاً باور بر این بود که کارآیی مصرف نور ثابت بوده و بیشتر از طریق ژنتیکی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Monteith, 1977)، ولی با این حال، بررسی‌ها نشان داد که عوامل محیطی و عملیات مدیریتی نظیر تاریخ کاشت و فراهمی منابعی نظیر نیتروژن می‌تواند کارآیی مصرف نور را تحت تأثیر قرار دهند (Ameri & Nasir Mahalati, 2009; Sun *et al*., 2013). در بررسی (2009) Karimian *et al*, نیز بیان شد با افزایش شاخص سطح برگ گندم (*Triticum aestivum* L.) با افزایش کود شیمیایی اوره، کارآیی مصرف نور نیز به‌دلیل دریافت و جذب بیشتر تشعشع خورشیدی افزایش یافت. در بررسی دیگر روی گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) نتایج حاکی از آن بود که تاریخ‌کاشت به‌واسطه حاکم‌کردن شرایط دمایی متفاوت روی فتوسنتز گیاه، اثر زیادی روی تسخیر و کارآیی مصرف تشعشع فعال فتوسنتزی و به‌دنبال آن روی عملکرد دانه و اجزای آن دارد (Confalone *et al*., 2010).

با توجه به اهمیت نخود هم به‌عنوان تأمین‌کننده پروتئین در برنامه غذایی انسان و هم به‌عنوان یک گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن در تناوب زراعی، این آزمایش با هدف بررسی سهم تاریخ کاشت، نیتروژن و تثبیت نیتروژن بر مراحل فنولوژیک، کارآیی مصرف نور و عملکرد نخود زراعی در شرایط اقلیمی گنبد کاووس انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس با طول جغرافیایی ۵۵درجه و ۱۱دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷درجه و ۱۵دقیقه شمالی به اجرا درآمد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۴۶متر و بر اساس تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن، دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار و سه عامل در هر دو سال انجام شد. عامل‌ها شامل تاریخ کاشت (کاشت در اواسط دی‌ماه و اواسط بهمن‌ماه)، کود زیستی *مزورایزوبیوم* (*Mesorhizobium*) (تلقیح و عدم تلقیح) و کود شیمیایی نیتروژن (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره [$CO(NH_2)_2$] بود که نصف کود نیتروژن به‌صورت پایه و نصف دیگر به‌صورت سرک در مرحله پُرشدن دانه با توجه به کاهش رابطه همزیستی بین باکتری و گیاه نخود استفاده شد.

در این تحقیق، سویه خالص‌سازی‌شده SWRI14 *مزورایزوبیوم* از مؤسسه تحقیقات خاک و آب ایران تهیه گردید.

به‌منظور تکثیر سویه موردنظر، کلنی باکتری به‌مدت پنج روز در محیط کشت YAM[1] در انکوباتور با دمای ۱±۲۸ درجه سانتی‌گراد کشت داده شد. برای تهیه سوسپانسیون *مزورایزوبیوم* به‌عنوان مایه تلقیح، کلونی رشدیافته روی محیط کشت توسط محلول آب و شکر چهاردرصد جمع‌آوری شد. غلظت موردنظر برای تلقیح 10^9سلول در هر میلی‌لیتر بود. برای تعیین غلظت مورد نظر، جذب سوسپانسیون ریزوبیومی در طول موج ۶۰۰نانومتر قرائت شد که حدود ۰/۶۰۷ بود. بذور عدم تلقیح نیز با محلول آب و شکر چهاردرصد ترکیب‌شدند.

قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌گیری از خاک مزرعه از عمق صفر تا۳۰سانتی‌متر انجام شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ آورده شده است. میزان بارندگی و میانگین دمای ماهانه در طی دوره رشد گیاه در شکل ۱ آورده شده است.

به‌منظور آماده سازی بستر کاشت از دو نوع عملیات شخم و دیسک استفاده شد. در این آزمایش، هر کرت دارای پنج ردیف شش متری به فاصله ردیف ۲۵سانتی‌متر بود (طبق عرف منطقه). فاصله بین کرت‌ها در هر بلوک یک متر و فاصله بین بلوک‌ها ۱/۵متر و فاصله بوته روی ردیف حدود ۱۲سانتی‌متر درنظرگرفته شد. کشت در تاریخ ۱۵دی‌ماه و ۱۳بهمن‌ماه سال زراعی۹۵-۱۳۹۴ و در ۱۶دی‌ماه و ۱۶بهمن‌ماه سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. به‌منظور اطمینان از سبزشدن بذور نخود، در هر کپه دو بذر کشت شد. گیاهچه اضافی در مرحله چهاربرگی حذف شد تا گیاه به تراکم اصلی (۳۳بوته در مترمربع (Maleki, 2017)) برسد. در طول اجرای طرح، وجین علف‌های‌هرز به روش دستی انجام شد.

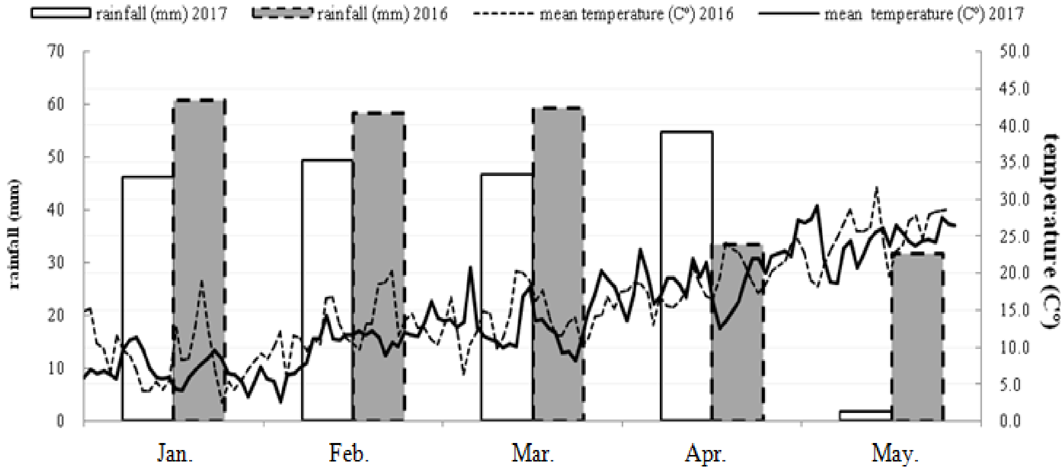
در این پژوهش، با توجه به بارش‌های مناسب در طول فصل رشد۹۵-۱۳۹۴ کشت به‌صورت دیم انجام شد و از این رو، نیم دیگر کود شیمیایی نیتروژن در مرحله پُرشدن دانه و کمی قبل از بارندگی اعمال شد. در طول فصل رشد۹۶-۱۳۹۵، انجام آبیاری به‌منظور اعمال مابقی کود شیمیایی نیتروژن در مرحله پُرشدن دانه با توجه به عدم بارندگی در این زمان انجام شد. برای تعیین عملکرد دانه با حذف اثر حاشیه‌ای، محصول برداشت شد.

برای ثبت مراحل فنولوژیک، مراحل به‌صورت سبزشدن (ظهور ۵۰درصد گیاهان در هر کرت)، گل‌دهی (گل‌دادن ۵۰درصد گیاهان)، غلاف‌دهی (تشکیل غلاف به‌طول ۲ تا ۴میلی‌متر در ۵۰درصد گیاهان) و رسیدگی فیزیولوژیک (تغییر رنگ ۵۰درصد غلاف‌های گیاهان به زرد) ثبت‌شدند (Lake & Sadras, 2017).

1. Yeast Mannitol Agar

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه
Table 1. Physicochemical characteristics of farm soil

سال Year	بافت Texture	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	کربن آلی (درصد) O. C. (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC(dS.m^{-1})	اسیدیته pH
2016	سیلتی لوم Loam Silty	0.08	13.4	417	0.87	1.06	7.93
2017	سیلتی لوم Loam Silty	0.08	14.2	400	0.81	1.2	7.7



شکل ۱- میانگین ماهانه دما و بارش در فصل رشد ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵
Fig. 1. Mean of monthly temperature and rainfall during growing season of 2016 and 2017

کارآیی مصرف نور (RUE[1]) از شیب رگرسیون خطی (y = ax + b) میزان ماده خشک تجمعی در مقابل تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR[2]) تجمعی دریافت‌شده (یا جذب‌شده) توسط کانوپی در کل دورهٔ رشد حاصل می‌شود. برای محاسبه تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت‌شده از برنامه RLY-calc[3] استفاده شد. برنامه نیاز به داده‌های هواشناسی (حداکثر و حداقل دما، میزان بارندگی و ساعات آفتابی روزانه)، ضرایب a و b (به‌ترتیب برای شهر گنبد برابر ۰/۲۳۳ و ۰/۵۲۷)، عرض جغرافیایی (برای گنبد برابر ۳۷درجه و ۱۶دقیقه شمالی) و ضریب خاموشی نور بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی (Kpar) دارد. با فرض این‌که پوشش سبز نخود برابر با کسری از تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت‌شده است (Soltani *et al.*, 2006b)، برای محاسبه نسبت پوشش زمین و ضریب خاموشی از یک کوآدرات با ابعاد ۵۰در۵۰سانتی‌متر که شامل مربع‌هایی به ابعاد ۵×۵ سانتی‌مترمربع بود، استفاده شد. اولین اندازه‌گیری برای این منظور یک ماه بعد از سبزشدن انجام شد و در ادامه هر هفت روز تا بسته‌شدن کانوپی ادامه یافت. تعداد مربعاتی که بیش از ۵۰درصد آن توسط گیاه پوشیده می‌شد، به‌عنوان یک واحد محاسبه شد. نسبت تعداد مربعات پرشده از گیاه به تعداد مربعات کل در کوآدرات به‌عنوان نسبت پوشش زمین یا کسر تشعشع دریافت‌شده درنظر گرفته شد (Rahemi-Karizaki, 2008). از معادله ۱ برای محاسبه ضریب خاموشی استفاده شد که F، K و LAI به‌ترتیب نمایانگر نسبت پوشش زمین، ضریب خاموشی و شاخص سطح برگ است.

معادله ۱: $F = 1 - \exp(-K \times LAI)$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.1.3 انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج‌درصد استفاده شد. با توجه به انجام آبیاری در سال دوم، داده‌های هرسال به‌طور جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

مراحل فنولوژیک

در هر دو سال زراعی، مراحل فنولوژیک گیاه فقط تحت تأثیر تاریخ کاشت ($P \leq ۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۲). به‌نظر

1. Radiation use efficiency
۲. photosynthetically active radiation
۳- برنامه توسط سلطانی نوشته شده است.

می‌رسد با توجه به حضور رایزوبیوم بومی در خـاک و همچنـین لگوم‌بودن گیاه، کود شیمیایی نیتروژن و *مزورایزوبیوم* نتوانستند نقش به‌سزایی در تغییر زمان ورود به این مراحل داشته باشند و دما و رطوبت، نقش اصلی را در ورود به مراحل رشد دارا بودنـد. از این رو بین تیمارهای یک تاریخ کاشت و حتی تکرارها تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای وجود نداشت و عامل اصلی تاریخ کاشت بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تاریخ کاشت، نیتروژن و *مزورایزوبیوم* بر مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه نخود زراعی در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for the effects of planting date, nitrogen and *mesorhizobium* on phenological stages and seed yield of chickpea during growing seasons 2016 and 2017

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	سبزشدن Emergence	گلدهی Flowering	رسیدگی فیزیولوژیک Physiological maturity	عملکرد دانه Seed yield
			2016		
بلوک Block	2	0.771 ns	0.145 *	0.062 ns	11992 ns
تاریخ کاشت Planting date (P)	1	300 **	3366 **	4275 **	5073250 **
نیتروژن Nitrogen (N)	3	0.500 ns	0.583 ns	0.576 ns	285314**
مزورایزوبیوم *Mesorhizobium* (M)	1	0.333 ns	0.083 ns	0.021 ns	706888 **
P *N	3	0.055 ns	0.472 ns	0.687 ns	13035 ns
P *M	1	1.333 ns	0.083 ns	0.520 ns	6007 ns
N*M	3	0.500 ns	0.027 ns	0.298 ns	17836 ns
P *N*M	3	0.277 ns	0.361 ns	0.131 ns	14205 ns
Errorخطا	30	0.482	0.212	0.262	57949
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		2.94	0.5	0.41	7.256
			2017		
بلوک Block	2	2.892 **	5.645 **	0.396 ns	86526 ns
تاریخ کاشت Planting date (P)	1	4760 **	4602 **	5720 **	4731980 **
نیتروژن Nitrogen (N)	3	0.222 ns	0.388 ns	0.500 ns	181866 *
مزورایزوبیوم *Mesorhizobium* (M)	1	0.750 ns	0.083 ns	0.083 ns	347650 *
P *N	3	0.305 ns	0.250 ns	0.055 ns	5402 ns
P *M	1	0.333 ns	0.000 ns	0.083 ns	28372 ns
N*M	3	0.305 ns	0.138 ns	0.250 ns	17978 ns
P *N*M	3	0.222 ns	0.055 ns	0.138 ns	4822 ns
Errorخطا	30	0.451	0.29	0.218	57925
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		1.8	0.55	0.37	10.27

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد

ns, *&**: No Significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

کاشت تا سبزشدن

با توجه به جدول۳، مدت‌زمان لازم برای سبزشـدن در تـاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه سـال۹۵-۱۳۹۴، پـنج روز بیشـتر از تـاریخ کاشت اواسط دی‌ماه بود. با توجه به این‌که دما از عوامـل تأثیرگـذار در سرعت جوانه‌زنی گیاه می‌باشد، بنابراین، ازجمله عوامل مـؤثر در افزایش این مدت زمان در تـاریخ کاشـت دوم، پـایین‌بـودن دمـا بـا متوسط دمای ۹درجه سانتی‌گراد نسـبت بـه تـاریخ کاشـت اول بـا متوسـط دمـای ۱۲درجـه سـانتی‌گـراد بـود. در بررسـی Anwar *et al*, (2003)، پایین‌بودن دما، عامل دیرسبزشدن نخـود در بـین تـاریخ‌هـای کاشـت مختلـف بـود. همچنـین در بررسـی دیگـری، متفاوت‌بودن زمان از کاشت تا سبزشـدن در نخـود را در ارتبـاط بـا دما ذکر شد (Soltani *et al*., 2006 a).

در سال زراعی۹۶-۱۳۹۵، بـذور در تـاریخ کاشـت اواسـط دی‌ماه بـا تـأخیر ۱۹/۹روزی نسـبت بـه تـاریخ کاشـت اواسـط بهمن‌ماه سبزشدند (جدول۳). ازجمله عوامل محیطـی دیگـری که روی مراحل نموی گیاه تأثیرگذار است، می‌توان به فراهمـی آب و خشـکی (Soltani, 2009) اشـاره داشـت. تـنش‌هـای محیطی و طولانی‌شدن فاصله زمـانی از کاشـت تـا بارنـدگی در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم، سبب افزایش ایـن دوره در تاریخ کاشت اول این سال شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد روز از کاشت تا هر یک از مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه نخود زراعی تحت تأثیر تاریخ کاشت در سال زراعی۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵

Table 3. Comparison of means of number of days after sowing to reach to each phenological stage and seed yield in chickpea under planting data in 2016 and 2017

تاریخ کاشت	سبزشدن (روز) Emergence (day)	گلدهی (روز) Flowering (day)	رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Physiological maturity (day)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	سبزشدن (روز) Emergence (day)	گلدهی (روز) Flowering (day)	رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Physiological maturity (day)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($Kg.ha^{-1}$)
	2016				2017			
اواسط دی‌ماه Early Jan.	21.08[b]	101.03[a]	135.3[a]	3642[a]	47.37[a]	107.1[a]	136.5[a]	2655[a]
اواسط بهمن‌ماه Early Feb.	26.08[a]	84.57[b]	116.5[b]	2992[b]	27.45[b]	87.54[b]	114.7[b]	2027[b]
LSD (0.05)	0.41	0.27	0.3		0.4	0.32	0.28	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, values marked with the same letter are no significantly different at the P≤0.05 level according LSD.

کاشت تا گل‌دهی

در هر دو سال زراعی گیاهان کشت‌شده در تاریخ کاشت دوم در تعداد روزهای کمتری بعد از کشت وارد مرحله گل‌دهی شدند (جدول ۳). در سال زراعی۹۵-۱۳۹۴ گیاهان کشت‌شده در تاریخ کاشت اول و دوم به‌ترتیب بعد از سپری‌شدن ۷۹/۹۵ و ۵۸/۴۹روز بعد از سبزشدن وارد مرحله گل‌دهی شدند. بیشتربودن این فاصله زمانی در تاریخ کاشت اول این سال زراعی به‌دلیل تأخیر در تأمین نیاز حرارتی گیاه برای واردشدن به این مرحله درنتیجه دمای پایین هوا در روزهای اول سبزشدن بود. در سال زراعی۹۶-۱۳۹۵ نیز این زمان برای تاریخ کاشت اول و دوم به‌ترتیب برابر ۵۹/۷۳ و ۶۰/۰۹روز بعد از سبزشدن بود (جدول ۳). تنش‌های محیطی و دیرسبزشدن گیاهان کشت‌شده در تاریخ کاشت اول این سال زراعی و سپس مواجه‌شدن آن با شرایط تنش‌زا، ازجمله دمای بالای و بارش کم فروردین‌ماه، سبب کوتاه‌شدن فاصله زمانی سبزشدن تا گل‌دهی در این تاریخ کاشت نسبت به همین تاریخ کاشت در سال قبل شد. قابل ذکر است که حتی به علت همزمانی تقریبی گل‌دهی با بارندگی در تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه این سال زراعی، افزایش فاصله زمانی کاشت تا گل‌دهی در این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه مشاهده شد. نتایج Shaban *et al*, (2013) نیز بیان‌گر کاهش تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی گیاه نخود تحت شرایط تنش خشکی بود.

کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک

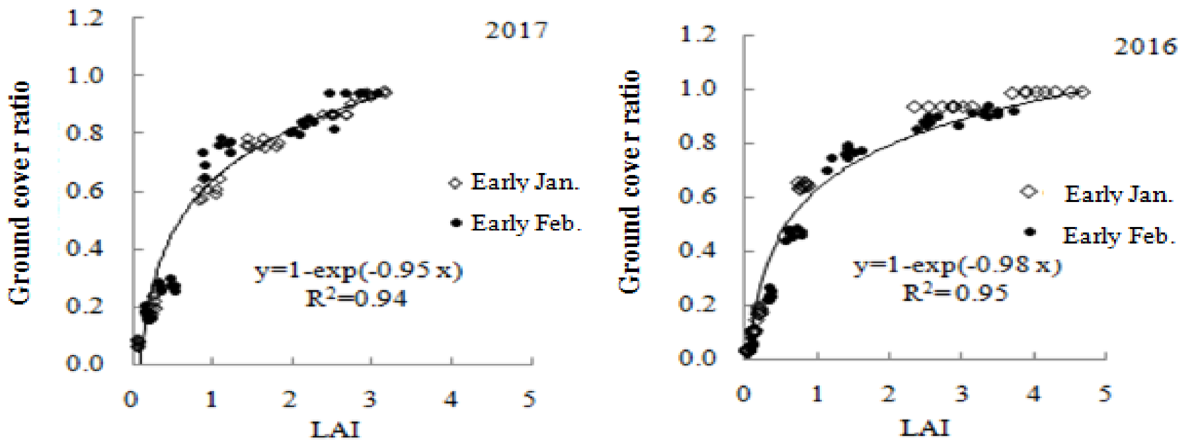
در سال زراعی۹۵-۱۳۹۴، طول دوره رشد گیاه از سبزشدن تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه و بهمن‌ماه به‌ترتیب برابر ۱۱۴/۲ و ۹۰/۴۲روز بود (جدول ۳). دمای پایین هوا خصوصاً در مراحل اولیه رشد در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم سبب شد تا گیاه به‌منظور تأمین نیاز حرارتی خود در تکمیل چرخه زندگی، تعداد روزهای بیشتری تا رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک طی نماید و طول فصل رشد گیاه افزایش یابد.

زمان از سبزشدن تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه و اواسط بهمن‌ماه در سال دوم به‌ترتیب حدود ۸۹/۱۳ و ۸۷/۲۵روز بود (جدول ۳). با توجه به حاکم‌بودن شرایط خشک در این سال زراعی، گیاه در برخورد با این شرایط تنش‌زا طول دوره رشد خود را کاهش داد. پیش‌تر نیز بیان‌شده است که تحت شرایط تنش خشکی، گیاه نخود تعداد روز کمتری تا رسیدگی نیاز دارد (Shaban *et al*., 2013).

کارآیی مصرف نور

با توجه به معادله ۱، مقدار Kpar برای سال اول و دوم به‌ترتیب برابر ۰/۰۲۱± ۰/۹۸ و۰/۰۲۱± ۰/۹۵ بود که تفاوت بین این دو از لحاظ آماری در فاصله اطمینان ۹۵درصد معنی‌دار نبود و همپوشانی داشتند (شکل ۲). اعداد ضریب خاموشی در دامنه اعداد گزارش‌شده Tesfaye *et al*, (2006) در گیاه نخود قرار داشت.

بر اساس جدول ۴، میزان کارآیی مصرف نور بین ۱/۸۵ تا ۲/۳۷ در سال اول و بین ۱/۶۰ تا ۲/۱گرم بر مگاژول در سال دوم در بین دو تاریخ کاشت متغیر بود. کارآیی مصرف نور به‌دست‌آمده در محدوده گزارش‌شده از سایر پژوهشگران در گیاه نخود قرار داشت (Tesfaye *et al*., 2006; Soltani, 2009).



شکل ۲- رابطه بین نسبت پوشش گیاهی زمین با شاخص سطح برگ

Fig. 2. Relationship between the ground cover ratio (crop coverage) with leaf area index (LAI)

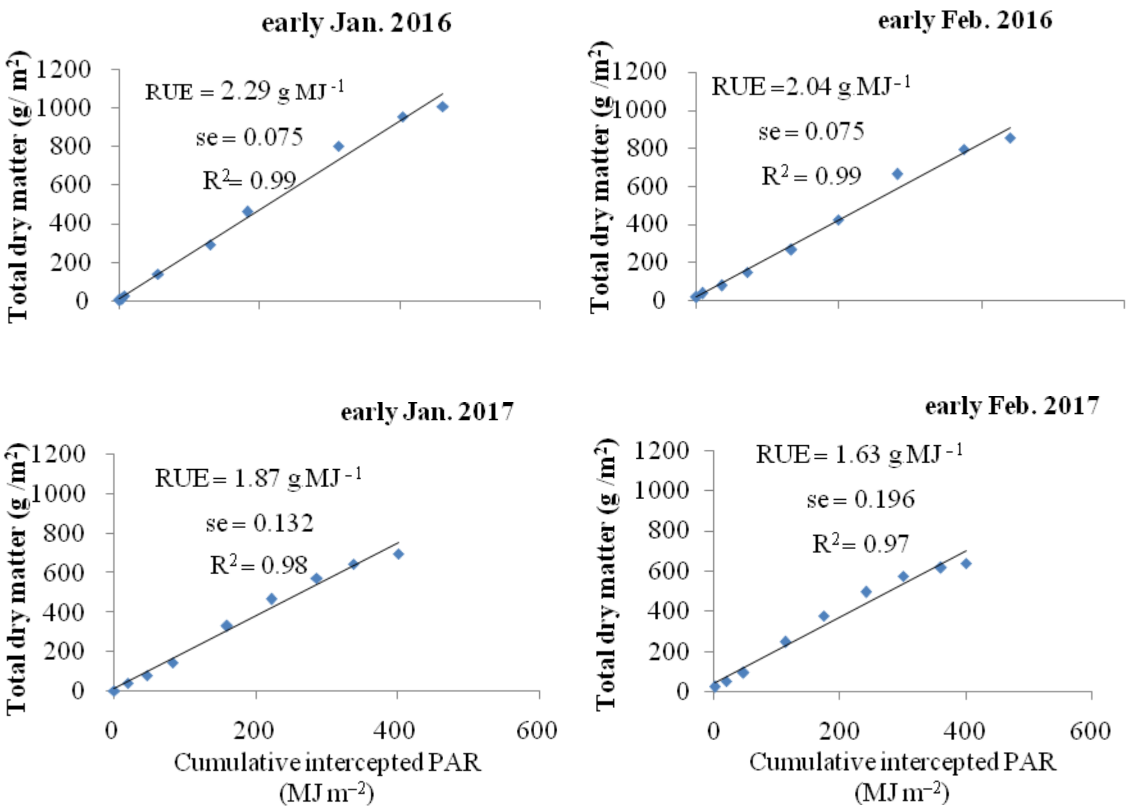
جدول ۴- ضرایب مدل رگرسیون خطی (y = ax + b) برازش‌داده‌شده به ماده خشک تجمعی نخود (گرم بر مترمربع) در برابر تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت‌شده تجمعی (مگاژول بر متر مربع) در سال ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵

Table 4. Coefficients of linear regression model (y=ax+b) that fitted to cumulative biomass (g.m^{-2}) of chickpea vs. intercepted cumulative radiation (MJ. m^{-2}) in 2016 and 2017

		n	b±se	a±se	R^2	b±se	a±se	R^2
			2016			2017		
					اواسط دی‌ماه Early Jan.			
مزورایزوبیوم *Mesorhizobium*	عدم تلقیح Non-inoculated	9	-13.56±16.16	2.245± 0.065	0.99	-16.89±13.71	1.864±0.060	0.99
	تلقیح Inoculated	9	-19.22±17.68	2.312±0.070	0.99	-22.83±17.53	1.898±0.074	0.98
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (Kg/ha)	0	9	-20.45±14.47	2.216±0.058	0.99	-26.47±13.96	1.851±0.062	0.99
	20	9	-22.47±16.99	2.216±0.067	0.99	-25.63±13.29	1.870±0.057	0.99
	40	9	16.28±15.80	2.307±0.063	0.99	-13.01±20.16	1.864±0.085	0.68
	60	9	-20.35±20.25	2.370±0.080	0.99	-14.29±15.01	1.942±0.063	0.99
					اواسط بهمن‌ماه Early Feb.			
مزورایزوبیوم *Mesorhizobium*	عدم تلقیح Non-inoculated	9	-23.65±14.465	1.982±0.060	0.99	-8.734±25.35	1.649±0.100	0.97
	تلقیح Inoculated	9	-14.57±19.70	2.067±0.081	0.98	-5.750±25.88	1.631±0.098	0.97
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (Kg/ha)	0	9	-25.11±14.43	1.994±0.061	0.99	-2.649±22.86	1.600±0.094	0.97
	20	9	-23.47±15.13	2.034±0.063	0.99	-26.51±2.06	1.657±0.076	0.98
	40	9	-25.58±19.64	2.016±0.080	0.98	-9.701±30.02	1.683±0.114	0.96
	60	9	-29.35±20.47	2.109±0.083	0.98	8.961±29.42	1.629±0.111	0.96

n: تعداد مشاهدات؛ b: عرض از مبدأ؛ a: شیب معادله که نمایانگر کارآیی مصرف نور است؛ se: خطای استاندارد؛ R^2: ضریب تبیین

n: number of observations; b: intercept; a: slope of the equation that represents radiation use efficiency; se: standard error; R^2: Explanation factor



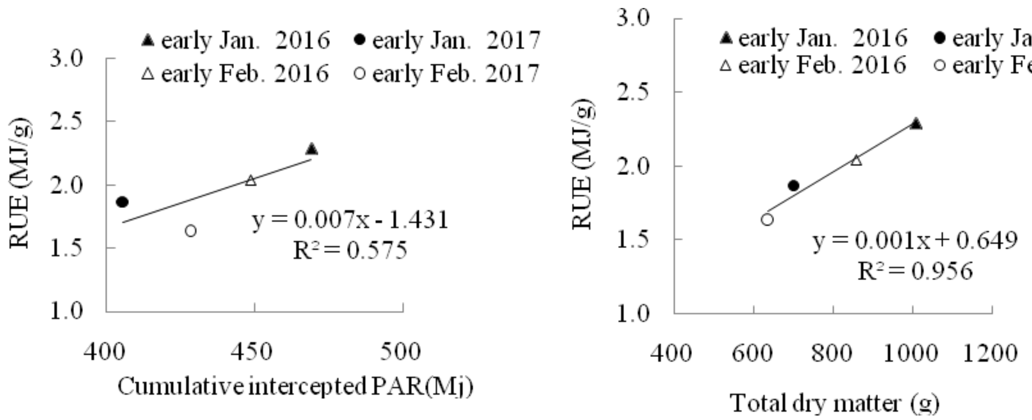
شکل ۳- رابطه بین ماده خشک تجمعی نخود و تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) دریافتی تجمعی

Fig. 3. Relationship between total dry matter of chickpea and cumulative intercepted PAR

به‌طور کلی، نتایج جدول ۴ نشان داد که تأمین نیتروژن، چه به‌صورت مستقیم و چه به‌صورت غیرمستقیم سبب بهبود کارآیی مصرف نور شد؛ ولی با این حال، کود شیمیایی نیتروژن و زیستی *مزورایزوبیوم* در هر سطح تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر این کارآیی نداشتند (جدول ۴) که این امر می‌تواند در ارتباط با لگوم‌بودن گیاه باشد. گزارش‌شده است که کارآیی مصرف نور در سویا (*Glycine max* L.) نسبت به غلات (برنج، *Oryza sativa* و ذرت، *Zea maize*) با شیب کمتری به مقدارهای مختلف نیتروژن برگ پاسخ داده است. همچنین، تنوع کمی در میزان کارآیی مصرف نور با میزان نیتروژن برگ در بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) وجود داشت که این امر را در ارتباط با پاسخ اشباع‌شدن کارآیی مصرف نور به افزایش محتوای نیتروژن برگ دانستند (Sinclair & Muchow, 1999).

با توجه به شکل ۳، در هر دو سال میزان کارآیی نور در تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه بیشتر از اواسط بهمن‌ماه بود. تنوع کارآیی مصرف نور بین تاریخ‌های کاشت می‌تواند در ارتباط با شرایط محیطی و فیزیولوژی گیاه باشد.

با توجه به شکل ۴، رابطه خطی بین کارآیی مصرف نور با ماده خشک تجمعی قوی‌تر(R^2=۰/۹۵) از رابطه آن با تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت‌شده (R^2=۰/۵۷) بود. با توجه به این‌که گیاهان کشت‌شده در تاریخ کاشت اول دارای سرعت رشد نسبی بالاتر و به‌تبع آن از سرعت رشد و تجمع ماده خشک بالاتری در مراحل مختلف رشد برخورداربودند (داده‌ها نشان داده نشده است)، کارآیی مصرف نور در تاریخ کاشت اول بالاتر بود (شکل۳). در بررسی دیگری نیز به رابطه قوی بین کارآیی مصرف نور و عملکرد زیست توده در نخود تأکید شد (Lake & Sadras, 2017). با این حال، از لحاظ آماری اختلاف بین دو تاریخ کاشت در هر سال معنی‌دار نبود. به‌نظر می‌رسد که کارآیی مصرف نور در شرایط محیطی تقریباً مشابه نسبتاً پایدار است، به‌طوری‌که پیش‌تر نیز بیان شد که کارآیی مصرف نور اندازه‌گیری‌شده برای سه لگوم در دو مکان، با وجود این واقعیت که از لحاظ درجه‌حرارت، تابش خورشیدی و فشار بخار متفاوت بودند، مشابه بود (Sinclair & Muchow, 1999). قابل ذکر است که برخی از شرایط محیطی از جمله تنش خشکی تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای روی فتوسنتز برگ و به‌تبع آن کارآیی مصرف نور دارد، به‌طوری‌که تنش خشکی در سال دوم سبب کاهش این کارآیی گردید.

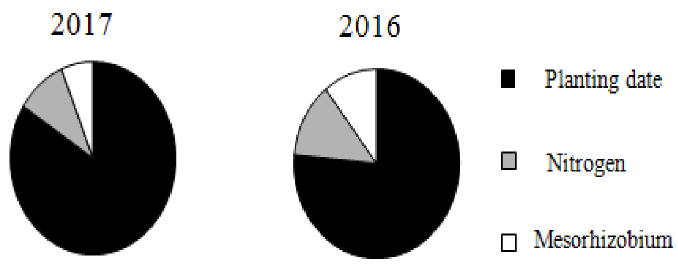


شکل ۴- رابطه بین کارآیی مصرف نور با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) دریافت‌شده و ماده خشک تجمعی

Fig. 4. Relationship between RUE with total dry matter and cumulative intercepted PAR

عملکرد دانه

در هر دو سال زراعی سهم تاریخ کاشت در تغییرات کل عملکرد دانه بیشتر از دو عامل نیتروژن و *مزورایزوبیوم* بود (شکل ۵). در بین دو سطح تاریخ کاشت نیز تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه نسبت به اواسط دی‌ماه در هر دو سال زراعی دارای عملکرد دانه کمتری نسبت به بهمن‌ماه بود (جدول ۳)، به‌طوری‌که در سال اول کاهش ۱۷/۸۴درصدی و در سال دوم کاهش ۲۳/۶۵درصدی داشت.

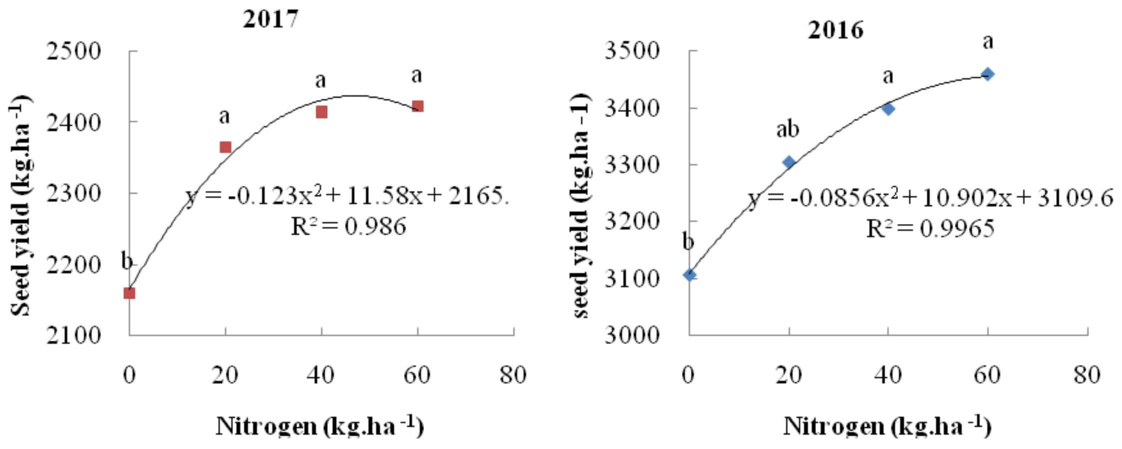


شکل ۵- سهم تاریخ کاشت، نیتروژن و کود زیستی *مزورایزوبیوم* در تغییرات کل عملکرد دانه در دو سال زراعی۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵

Fig. 5. The share of planting date, nitrogen and *Mesorizobium* in total changes of grain yield in 2016 and 2017

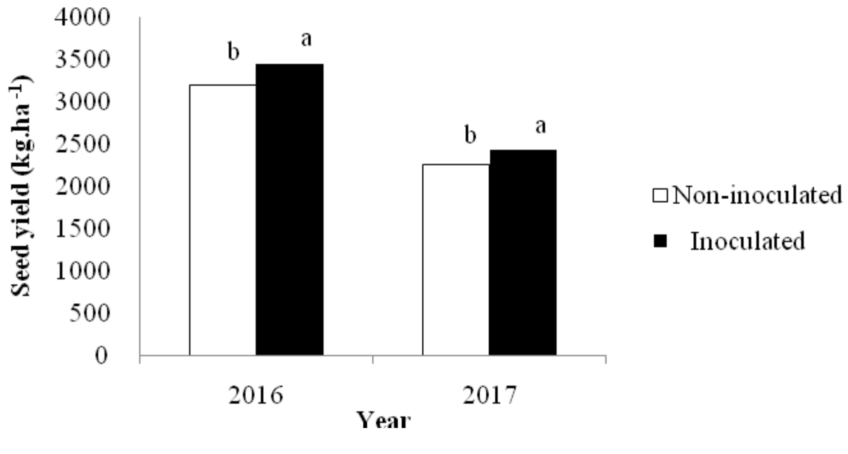
تاریخ کاشت می‌تواند با حاکم‌کردن عوامل محیطی متفاوت سبب اختلاف در عملکرد دانه شود، به‌طوری‌که تحت تأثیر تاریخ کاشت، عوامل محیطی مانند دما و بارش که به‌عنوان اصلی‌ترین فاکتورهای آب و هوایی مؤثر بر رشد گیاه هستند، با تأثیر بر سرعت نموّ گیاه و طول دوره رشد گیاه، نقش تعیین‌کننده‌ای در اندازه گیاه و در نهایت عملکرد دانه دارند (Leng *et al.*, 2016; Lawlo *et al.*, 2001). López- *et al*, (2008) Bellido نیز طولانی‌ترشدن مرحله رویشی و زایشی نخود (پُرشدن دانه و رسیدگی دانه) را دلیلی بر عملکرد بیشتر دانه در تاریخ‌های کاشت زودتر نسبت به تاریخ کاشت آخر دانستند. در بررسی دیگری نیز عملکرد دانه بیشتر لوبیا در تاریخ‌های کاشت زودتر را در ارتباط با امکان رشد بهتر گیاه، استفاده بهینه از منابع موجود و مواجه‌نشدن دوره گل‌دهی و گرده افشانی با شرایط نامساعد محیطی دانستند (Shafaroodi *et al.*, 2012).

با توجه به شکل ۶، کمترین و بیشترین میزان عملکرد دانه به‌ترتیب از عدم مصرف کود نیتروژن و مصرف ۶۰کیلوگرم آن در هر دو سال به‌دست آمد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح ۲۰، ۴۰ و ۶۰کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار در هر دو سال وجود نداشت (شکل۶) و با این حال، با توجه به این‌که در هر دو سال، واکنش عملکرد دانه به کود مصرفی از یک تابع خطی درجه دو تبعیت کرد بنابراین، سطح مطلوب کود نیتروژن برای دستیابی به بیشترین عملکرد دانه در سال اول و دوم به‌ترتیب ۶۳ و ۴۷کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود.



شکل ۶- واکنش عملکرد دانه نخود تحت تأثیر مقادیرکود شیمیایی نیتروژن در دو سال زراعی۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵
Fig. 6. Response of seed yield of chickpea affected as nitrogen fertilizer rates during 2016 and 2017

با توجه به این‌که عملکرد بوته تحت تـأثیر تعـداد دانـه در بوته و وزن دانه است (Lawlor *et al*, 2001) و نظر به این‌کـه تعداد اندام زایشی با مصرف نیتروژن افزایش یافتند (داده‌ها نشان داده نشده است)، عملکرد دانه نیز افزایش یافت. قابل ذکـر اسـت درصورتی که سطوح بـالایی از نیتـروژن مصـرف شـود، احتمـال وجود اثر متقابل منفی در برخی از صفات وجود دارد، ولی با ایـن حال، مصرف سطوح کم نیتروژن با بهبود استقرار گیاه و فراهمـی مـواد فتوسـنتزی بیشـتر، امکـان افـزایش همزیسـتی را فـراهم می‌نماید، به‌طوری‌که در پـژوهش Shabani *et al*, (2015) نیـز بیان شد که وجود نیتروژن کافی به‌عنوان آغازگر باعـث تقویـت رشد رویشی گیاه سویا شده و گیاه با آمادگی بیشتر بـه مرحلـه زایشی وارد می‌شود، به‌طوری‌که باعث افزایش عملکرد دانه نیـز می‌شود.



شکل ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه نخود تحت تأثیر همزیستی *مزورایزوبیوم* در دو سال زراعی
Fig. 7. Mean comparisons for seed yield of chickpea under *Mesorhizobium* 2016 and 2017

تلقیح باکتری *مزورایزبیوم* در هـر دو سـال باعـث افـزایش عملکرد دانه شد (شکل ۷)، به‌طـوری‌کـه تلقـیح در سـال اول و دوم به‌ترتیب سبب افزایش ۲۴۲ و ۱۷۰کیلوگرم دانه نسبت بـه تیمار عدم تلقیح شد. تلقیح با *مزورایزوبیوم* بـا تـأثیر مثبـت بـر اجزای عملکرد، بر عملکرد دانه نیز اثر مثبتی داشت. در توجیـه افزایش عملکرد سـویا در تلقـیح بـا بـاکتری‌هـای تثبیـت‌کننـده نیتروژن در بررسی Shabani *et al*, (2015)، به افزایش تـأمین عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن طی دوره رشد و همچنین به نقـش احتمالی باکتری در افزایش بازده استفاده از نیتروژن اشـاره شـد. نتیجه به‌دست‌آمده همسو با نتایج Verma *et al*, (2013) بود.

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی دوساله مدیریت تغذیه و شرایط آب و هوایی روی مراحل فنولوژیک، کارآیی مصرف نور و عملکرد نخود در منطقه گنبد کاووس نشان داد که نقش عوامل اقلیمی در گیاه نخود بیشتر از عوامل تغذیه‌ای خاکی (کود شیمیایی نیتروژن) و کودهای زیستی (تلقیح با *مزورایزوبیوم*) بود؛ به‌طوری‌که شرایط اقلیمی متفاوتی که بین دو سال و بین تاریخ کاشت‌ها وجود داشت، نقش به‌سزایی در آغاز و طول دوره مراحل مختلف رشد و عملکرد دانه داشت. با فراهم‌شدن شرایط مطلوب‌تر برای رشد و نمو نخود در سال اول و تاریخ کاشت اول، عملکرد دانه نیز افزایش یافت که این امر نیز مؤید نقش عوامل اقلیمی در رشد گیاه و در نهایت عملکرد گیاه است. با توجه به حاکم‌شدن شرایط خشک از ابتدای بهار (از انتهای دوره رشد رویشی) در سال دوم نسبت به سال اول و همچنین با توجه به کاهش حدود ۲۹درصدی عملکرد دانه در سال دوم نسبت به سال اول، می‌توان نتیجه گرفت که میزان عملکرد این گیاه تا حد زیادی به فراهمی آب بستگی دارد. بنابراین، با توجه به پدیده تغییر اقلیم و نوسانات بارندگی برای بهره‌گیری حداکثری از منابع داخلی و دستیابی به عملکرد بالا، انتخاب تاریخ کاشتی که شرایط مناسبی برای گیاه در طول دوره رشد در هرمنطقه فراهم کند، ضروری می‌باشد.

منابع

1. Anwar, M.R., Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 2003. Phenology and growth response to irrigation and sowing date of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a cool-temperate subhumid climate. Journal of Agricultural Science 141: 273-284.
2. Confalone, A., Lizaso, J.I., Ruiz-Nogueira, B., López-Cedrón, F.X., and Saue, F. 2010. Growth, PAR use efficiency, and yield components of field-grown *Vicia faba* L. under different temperature and hotoperiod regimes. Field Crops Research 115(2,20): 140-148.
3. John, L.L., Timothy, J.A., Daniel, T.W., Kenneth, G.C., and Achim, D. 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. Agronomy 97: 72-78.
4. Karimian, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Influence of nitrogen and plant density on light absorption and radiation use efficiency in two spring rapeseed cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 163-172. (In Persian with English Summary).
5. Lake, L., and Sadras, V. 2017. Associations between yield, intercepted radiation and radiation-use efficiency in chickpea. Crop and Pasture Science 1-8.
6. Lawlor, D.W, Lemaire, G., and Gastal, F. 2001. Nitrogen, Plant Growth and Crop Yield. In: P.J. Lea, J.F. Morot-Gaudry (Eds.). Plant Nitrogen. Springer Berlin Heidelberg. p. 343-367.
7. Leng, G., Zhang, X., Huang, M., Asrar, G.R., and Leung, L.R. 2016. The Role of climate covariability on crop yields in the conterminous united states. Scientific Reports 6(33160): 1-11.
8. López-Bellido, F.J., López-Bellido, R.J., Khalil, S.K., and López-Bellido, L. 2008. Effect of planting date on winter Kabuli chickpea growth and yield under rainfed mediterranean conditions. Agronomy Journal 100: 957-964.
9. Maleki, S. 2017. The Investigation of Zeolite and Potassium Effect on Agronomic and Quality of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Different Irrigation Management. Ph.D. Thesis of Agronomy, Gonbad Kavous University. 200 p.
10. Monteith, J.L. 1977. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. Applied Ecology 9: 747-766.
11. Namvar, A., and Seyed Sharifi, R. 2011. Phenological and morphological response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to symbiotic and mineral nitrogen fertilization. Žemdirbystė (Agriculture) 98(2): 121-130.
12. Rahemi-Karizaki, A. 2007. Prediction of Receiving and Using Solar Radiation in Chickpeas. MSc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource.
13. Rehman, H., Qamar, R., Rehman, A.U., Ahmad, F., Qamar, J., Saqib, M., and Nawaz, S. 2015. Effect of different sowing dates on growth and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under agro-environment of Taluka Dokri Sindh, Pakistan. American Journal of Experimental Agriculture 8(1): 46-53.
14. Shaban, M., Mansourifar, C., Ghobadi, M., and Sabaghpoor, S.H. 2013. Investigation of phenological and morphological characteristics and correlation them with yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and N fertilizer in Kermanshah province. Iranian Journal of Pulses Research 4(1): 59-61. (In Persian with English Summary).

15. Shabani, S., Movahhedi Dehnavi, M., Yidavi, A., and Dastfal, M. 2015. Effect of different levels of nitrogen, bio-fertilizers and nano-nitrogen on some qualitative and quantitative traits in soybean (*Glycine max* L.) in Darab (Fars) region. Journal of Plant Production Research 22(3): 203-222. (In Persian).
16. Shafaroodi, A., Zavareh, M, Peyvast, G., and Dorri, H.R. 2012. Effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces. Agricultural Science and Sustainable Production 22(3): 47-60. (In Persian with English Summary).
17. Sinclair, T.R., and Muchow, R.C. 1999. Radiation use efficiency. Advances in Agronomy 65: 215-265.
18. Soltani, A. 2009. Mathematical Modeling in Field Crops. First Edition, Jihad Daneshgahi Mashhad Publication.
19. Soltani, A., Hammer, G.L., Torabi, B., Robertson, M.J., and Zeinali, E. 2006. Modeling chickpea growth and development: phenological development. Field Crops Research 99: 1-13.
20. Soltani, A., Robertson, M.J., Rahemi-Karizaki, A., Poorreza, J., and Zarei, H. 2006. Modelling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 192: 379-389.
21. Sun, H., Shao, L., Chen, S., Wang, Y., and Zhang, X. 2013. Effects of sowing time and rate on crop growth and radiation use efficiency of winter wheat in the North China Plain. International Journal of Plant Production 7(1): 117-138.
22. Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. European Journal of Agronomy 25: 60-70.
23. Vadez, V., Soltani, A., and Sinclair, T.R. 2013. Crop simulation analysis of phenological adaptation of chickpea to different latitudes of India. Field Crops Research 146: 1-9.
24. Verma, J.P., Yadav, J., Tiwari, K.N., and Kumar, A. 2013. Effect of indigenous *Mesorhizobium* spp., and plant growth promoting rhizobacteria on yields and nutrients uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture. Ecological Engineering 51: 282-286.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 11, No. 1, 2020, p. 49-61 (Research Article)

The effect of nutritional management on phenological stages, radiation use efficiency and seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under influence of planting date

Doaei[1*], F., Nakhzari Moghaddam[2], A., Rahemi Karizaki[3], A. & Aldaghi[4], M.

1. Ph.D. Graduated, Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University
2. Assistant Professor, Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University; a_nakhzari@yahoo.com
3. Assistant Professor, Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University; alirahemi@yahoo.com
4. Assistant Professor, Plant Protection (Biotechnology), Agriculture and Natural Resources Research Center, Mazandaran; m_aldaghi@yahoo.com

Received: 16 May 2018
Accepted: 22 July 2018

DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72775

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.), is a cool season seed legume, serves as an important cheap source of protein and energy in developing countries. Plant phenology is an important aspect of plant adaptation to environmental conditions in order to match maximum the cropping cycle with the seasonal weather pattern (Vadez *et al*., 2013). Except of drought stress, other environmental factors such as temperature, photoperiod and nutrient deficiencies will affect the plant development stages (Soltani, 2009). The radiation use efficiency (RUE) indicates the amount of dry matter produced gram per unit of absorbed light (MJ) (John *et al*., 2005). Studies have shown that the supply of nitrogen and the change in planting date will affect on the time of entry into phonological stages and RUE and ultimately seed yield. Regarding the importance of chickpeas as supplier of protein for human and as fixation of nitrogen for plant, this experiment was conducted with the aim of evaluating the contribution of planting date, nitrogen and nitrogen fixation on phonological stages, RUE and seed yield in the climatic conditions of Gonbad Kavous.

Materials & Methods

The field experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at the experimental farm of Gonbad Kavous University during the growing season of 2015-2016 and 2016-2017. Nitrogen (none consumption, consumption of 20, 40 and 60 Kg nitrogen ha^{-1}), planting dates (early January and early February) and inoculation with *Mesorhizobium* (inoculation with *Mesorhizobium* and non inoculation) were considered as treatments. Half of nitrogen was used in planting time and the other half was used during seed filling stage due to the decrease of the symbiotic relationship between bacteria and chickpea. Seeds in inoculation treatments were inoculated with *Mesorhizobium*, strain SWRI14, which were obtained from the Soil and Fertilizer Research Institute, Tehran. The optical density (OD's) were adjusted so that the cell concentration was 10^9 CFU ml^{-1}. Plots (1.5 m×6 m) were designed with 5 rows per plot. Between blocks, 1.5 m alley was kept. Seeds were sown on 5 January and 2 February 2016 and 5 January and 4 February 2017. In order to obtain the desired density (33 plants/m^2), two seeds were sown per hill and hand thinning (one plant $hill^{-1}$) was performed when seedlings reached 4-6 leaf-stage. Phenological stages (including planting to emergence, planting to flowering and planting to physiological maturity), radiation use efficiency (RUE) and seed yield were studied. Comparison of means was performed by LSD test for 5% probability level by using of SAS statistical software version 9.1.3.

Results & Discussion

The results showed that planting date was the main cause of change of phenological stages of the plant in two years. Probably due to the presence of native rhizobium in the soil, nitrogen fertilizer and *Mesorhizobium* could not play the significant role in phenological stages and temperature and moisture had the main role in entering to the phenological stages. Generally with delay in planting time, the growth period of the plant

[*]**Corresponding Author:** farima_doaei@yahoo.com

decreased in both years. The seed yield of planting date in early-February compared to early-January in first and second year was decreased by 17.84% and 23.65%, respectively. This could be due to the short growing period of this planting date. The highest amount of this trait was obtained from 60 Kg N ha^{-1} in both years but there were no significant differences between 20, 40 and 60 Kg N ha^{-1} in both years. Seed inoculation with *Mesorhizobium* in the first and second year increased the seed yield by 242 and 170 Kg compared to non-inoculation, respectively. This is justifiable regarding to the role of nitrogen in improving plant growth, yield components and finally increasing of seed yield. The radiation use efficiency was fairly stable and was not affected by factors in both years. It seems that radiation use efficiency is relatively stable in similar environmental conditions. However, some environmental conditions such as drought stress have significant effects on leaf photosynthesis and thus the radiation use efficiency, so that drought stress reduced this efficiency in the second year compared to the first year.

Conclusion

The two years results showed that among factors, the role of planting date in chickpea was more than nutrient (nitrogen) and living factors (*Mesorhizobium*). Different climatic conditions between two years and between planting dates have significant role in the beginning and duration of phonological stages and seed yield. Therefore, considering the climate change and rainfall fluctuations in order to maximize the use of resources and achieving to high yield, it is necessary to select the planting date that provides the appropriate conditions for the plant in each region. Also the application of supplementation of adequate nitrogen for crops can increase seed yield.

Keywords: Flowering, *Mesorhizobium*, Nitrogen, Radiation